

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 509 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
19.11.1997 Patentblatt 1997/47

(21) Anmeldenummer: 97107157.6

(22) Anmeldetag: 30.04.1997

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B29C 47/36, B29B 7/46,  
C08K 3/36, C08K 13/06,  
C08L 83/04

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB

(30) Priorität: 02.05.1996 DE 19617606

(71) Anmelder: Wacker-Chemie GmbH  
81737 München (DE)

(72) Erfinder:  
• Schuster, Johann, Dr.  
84547 Emmerting (DE)  
• Wöhr, Helmut  
84503 Altötting (DE)

• Mersch, Johann  
5122 Ach (AT)  
• Müller, Horst, Dr.  
84547 Emmerting (DE)  
• Webeck, Peter  
84533 Marktl (DE)

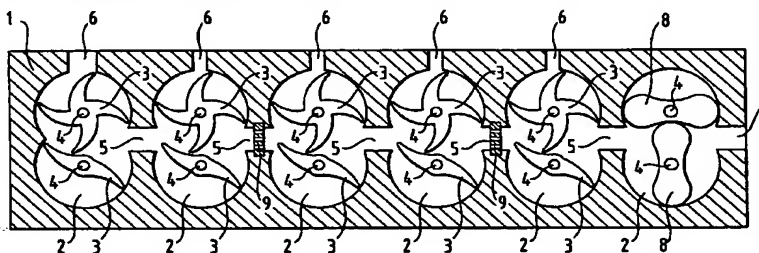
(74) Vertreter:  
Fritz, Helmut, Dr. et al  
Wacker-Chemie GmbH,  
Zentralabteilung Patente,  
Marken und Lizenzen,  
Hanns-Seidel-Platz 4  
81737 München (DE)

(54) **Kontinuierliches Verfahren zur Herstellung lagerstabiler Organopolysiloxanzusammensetzungen**

(57) Die Organopolysiloxanzusammensetzungen werden hergestellt, indem

- (1) Organopolysiloxane, und  
(2) vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe in einer Knetmaschine 1 mit wenigstens zwei in Reihe nebeneinander angeordneten Knetkammern 2, die jeweils zwei achsparallele, gleich- oder gegensinnig antreibbare Knetwerkzeuge 3 enthal-

ten und die durch quer zu den Achsen 4 der Knetwerkzeuge 3 passierbare Öffnungen 5 miteinander verbunden sind, wobei die erste Knetkammer 2 eine Beschickungsöffnung 6 und die letzte Knetkammer 2 eine Austragsöffnung 7 aufweisen, vermischt und geknetet werden.



**Fig. 1**

EP 0 807 509 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von lagerstabilen Organopolysiloxanzusammensetzungen, bei dem Organopolysiloxane und vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe in einer Knetmaschine mit in Reihe nebeneinander angeordneten Knetkammern vermischt und geknetet werden.

Zusammensetzungen aus Organopolysiloxan und hydrophobem oxidischem verstärkendem Füllstoff müssen zum gleichmäßigen Dispergieren des Füllstoffes, zur Verbesserung der Lagerstabilität der Zusammensetzungen und zum Erreichen von guten mechanischen Eigenschaften der aus den Zusammensetzungen hergestellten Silikonkautschukvulkanisate intensiv geknetet werden.

Ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von bei Raumtemperatur kondensationsvernetzbaaren Silikonmassen unter Verwendung von pyrogener Kieselsäure ist beschrieben in US-A-4,737,561. Dort werden die Bestandteile der Silikonmassen zuerst in einem kontinuierlich arbeitenden geschlossenen Mischer vereinigt und danach in einem oszillierenden Pilgerschrittkneter mit Katalysator versetzt, homogenisiert und entgast.

In der AU-A-91 76 256 ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Grundmassen für additionsvernetzbaare Silikonmassen beschrieben. In einem Doppelschneckenextruder werden vinylendständiges Polydimethylsiloxan, hydrophile pyrogene Kieselsäure, Wasser und Hexamethyldisilazan vermischt. Dabei wird die hydrophile Kieselsäure durch Wasser und Hexamethyldisilazan hydrophobiert. Die Hydrophobierung findet also in-situ statt.

Die vorstehend beschriebenen Schneckenreaktoren, nämlich oszillierender Pilgerschrittkneter und Doppelschneckenextruder erlauben kein ausreichend intensives Kneten der Silikonmassen, da die zu geringe Verweilzeit der Massen im Reaktorraum nur geringfügig variiert werden kann. Selbst bei einer Reduzierung des Durchsatzes ändert sich die Verweilzeit kaum, da die Schnecken eine konstante Förderwirkung aufweisen. Bei einer Verringerung der Drehzahl kann zwar die Verweilzeit etwas verlängert werden, dafür ist jedoch die Knetwirkung reduziert.

Zusätzlich weist das in der AU-A-91 76 256 beschriebene in-situ-Verfahren den Nachteil hoher Emissionen auf, die an jeder Knetmaschine auftreten und dadurch schwer beherrschbar werden. Weiter ist eine gezielte Steuerung der Hydrophobierung kaum möglich und auch Korrekturen der Füllstoffgehalte der Zusammensetzungen sind nicht mehr möglich, da geeignete Füllstoffe fehlen.

Ein Verfahren zur Vorhydrophobierung von oxidischem verstärkendem Füllstoff ist in US-A-5,057,151 beschrieben. Dort wird der hydrophile Füllstoff in einem Überschuß an Hydrophobierungsmittel unter mechanischer Beanspruchung hydrophobiert. Anschließend wird überschüssiges Hydrophobierungsmittel abgezogen und in den Prozeß zurückgeführt.

Beim Vorhydrophobieren des Füllstoffes ist es möglich, den Hydrophobierungsgrad gezielt zu steuern und in weiten Grenzen zu variieren, wobei hohe und/oder gleichmäßige Hydrophobierungsgrade möglich sind, was für viele Anwendungen Voraussetzung ist. Das Verfahren zur Vorhydrophobierung erlaubt es, den Füllstoff so zu hydrophobieren, daß damit durch einfaches Mischen des hydrophobierten Füllstoffes mit Organopolysiloxan und anschließendes Kneten der Mischung sog. Grundmassen für vernetzbare Organopolysiloxanzusammensetzungen hergestellt werden können. Die Verwendung von vorab hydrophobiertem Füllstoff führt zu einer deutlichen Kapazitätssteigerung der Mischorgane. Emissionen werden auf eine zentrale Anlage, nämlich die Hydrophobieranlage, begrenzt und sind dadurch leichter beherrschbar. Der Verbrauch an Hydrophobierungsmittel kann gegenüber dem in-situ-Verfahren deutlich reduziert werden. Der Füllstoffgehalt der Zusammensetzungen läßt sich nachträglich im Bedarfsfall leicht durch Zusatz von weiterem Füllstoff korrigieren.

In diskontinuierlichen Knetern, wie Doppelmuldenknetern können Zusammensetzungen aus Organopolysiloxan und hydrophobem oxidischem verstärkendem Füllstoff (= Grundmassen) mit hoher Lagerstabilität hergestellt werden, bei denen die auf Basis der Zusammensetzungen hergestellten Silikonkautschukvulkanisate sehr gute mechanische Eigenschaften aufweisen.

Jedoch erfordern die diskontinuierlichen Kneten sehr lange Chargenlaufzeiten von bis zu 25 h. Aufgrund der sich daraus ergebenden geringen Raum-Zeit-Ausbeuten ist die Herstellung der Zusammensetzungen sehr kostenintensiv. Die Kneten werden nach Beenden des Knetprozesses gekippt, um die Zusammensetzungen aus den Knetern auszutragen. Da die Zusammensetzungen, insbesondere die hochviskosen Zusammensetzungen, nur unvollständig aus den Knetern fließen, muß von Hand nachgeholfen und die Kneten ausgekratzt werden.

Die Kneten arbeiten unter Schutzgas, da sich im Gasraum Gase sammeln können, die bei Anwesenheit von Sauerstoff explosive Gemische bilden können.

Der Knetprozeß kann ferner nicht gesteuert werden, da erst nach Kneten der Zusammensetzung festgestellt werden kann, ob die Produktqualität der Spezifikation entspricht. Tritt eine Abweichung des Sollwertes auf, muß die gesamte Charge umgearbeitet werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer aus Organopolysiloxan und hydrophobem oxidischem verstärkendem Füllstoff bestehenden Zusammensetzung bereitzustellen, bei dem große Raum-Zeit-Ausbeuten erreicht werden und die Zusammensetzungen intensiv geknetet werden können, wobei der Knetprozeß gut gesteuert werden kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Organopolysiloxanzusammensetzungen, bei dem

(1) Organopolysiloxane, die durchschnittlich mindestens 2 an Silicium gebundene Reste pro Molekül aufweisen, die ausgewählt werden aus

- (a) Kohlenwasserstoffresten mit aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen  
(b) Wasserstoffatomen und  
(c) Hydroxylgruppen und

(2) vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe mit einem durch die Hydrophobierung erhaltenen Kohlenstoffgehalt von mindestens 0,5 Gew.-% in einer Knetmaschine mit wenigstens zwei in Reihe nebeneinander angeordneten Knetkammern, die jeweils zwei achsparallele, gleich- oder gegensinnig antreibbare Knetwerkzeuge enthalten und die durch quer zu den Achsen der Knetwerkzeuge passierbare Öffnungen miteinander verbunden sind, wobei die erste Knetkammer eine Beschickungsöffnung und die letzte Knetkammer eine Austragsöffnung aufweisen, vermischt und geknetet werden.

Als Organopolysiloxane (1) werden vorzugsweise lineare oder verzweigte Organopolysiloxane aus Einheiten der allgemeinen Formel I



eingesetzt, wobei

- R<sup>1</sup>** einwertige, gegebenenfalls mit Halogenatomen substituierte C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Kohlenwasserstoffreste, die frei sind von aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen,  
**R<sup>2</sup>** Wasserstoffatome, Hydroxylgruppen oder einwertige Kohlenwasserstoffreste mit aliphatischer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindung mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen je Rest,  
**a** die Werte 0, 1, 2 oder 3 und  
**b** die Werte 0, 1 oder 2 bedeuten, mit der Maßgabe, daß durchschnittlich mindestens 2 Reste **R<sup>2</sup>** je Molekül vorliegen.

Die Organopolysiloxane (1) besitzen vorzugsweise eine durchschnittliche Viskosität von mindestens 10, insbesondere mindestens 1000 mPa · s, und vorzugsweise höchstens 10<sup>8</sup>, insbesondere höchstens 10<sup>5</sup> mPa · s bei 25°C.

Beispiele für unsubstituierte Kohlenwasserstoffreste **R<sup>1</sup>** sind C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alkyl-, C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Alkaryl- oder C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Aralkylreste deren Alkylteil gesättigt ist, oder C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Arylreste. Beispiele für Alkylreste **R<sup>1</sup>** sind der Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, n-Butyl-, iso-Butyl-, tert.-Butyl-, n-Pentyl-, iso-Pentyl-, neo-Pentyl-, tert.-Pentylrest; Hexyl-, n-Hexyl- und Cyclohexylrest; Heptylreste, wie der n-Heptylrest; Octylreste, wie der n-Octylrest und iso-Octylreste, wie der 2,2,4-Trimethylpentylrest; Nonylreste, wie der n-Nonylrest; Decylreste, wie der n-Decylrest; Cycloalkylreste, wie der Cyclohexylrest; Beispiele für Alkarylreste **R<sup>1</sup>** sind der α- und β-Phenylethylrest; Beispiele für Alalkylreste **R<sup>1</sup>** sind der Benzylrest und der 2,4-Diethylbenzylrest; Beispiele für Arylreste **R<sup>1</sup>** sind der Phenylrest und der Naphthylrest.

Vorzugsweise bedeutet **R<sup>1</sup>** C<sub>1</sub>- bis C<sub>6</sub>-Alkylreste und Phenylreste, insbesondere Methyl- und Ethylreste.

Beispiele für mit Halogenatomen substituierte Kohlenwasserstoffreste **R<sup>1</sup>** sind der 3,3,3-Trifluor-n-propylrest, der 2,2,2,2',2'-Hexafluorisopropylrest, der Heptafluorisopropylrest, der 3-Chlor-n-propylrest, der 2-Ethylbromidrest und der 3-Propylbromidrest. Vorzugsweise sind die Reste **R<sup>1</sup>** nicht substituiert.

Beispiele für einwertige Kohlenwasserstoffreste mit aliphatischer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindung mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen je Rest **R<sup>2</sup>** sind Alkenylreste, wie der Vinyl-, 5-Hexenyl-, 1-Propenyl-, Allyl-, 1-Butenyl- und 1-Pentenylrest; und Alkynylreste, wie der Ethinyl-, Propargyl- und 1-Propinylrest.

Vorzugsweise weisen die Organopolysiloxane (1) mindestens 90, insbesondere mindestens 95 Mol-% Einheiten der allgemeinen Formel I auf, in denen die Summe a+b = 2 beträgt.

Vorzugsweise weisen die Organopolysiloxane (1) mindestens 60, insbesondere mindestens 80, speziell mindestens 95 Mol-% Einheiten der allgemeinen Formel I auf, in denen b den Wert 0 hat.

Vorzugsweise werden auf 100 Gewichtsteile der Organopolysiloxane (1) mindestens 5, vorzugsweise mindestens 10, insbesondere mindestens 20 Gewichtsteile und höchstens 200, vorzugsweise höchstens 150, insbesondere höchstens 100 Gewichtsteile vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe (2) eingesetzt.

Die Füllstoffe (2) sind vorzugsweise jeweils vorhydrophobierte pulverförmige Füllstoffe, wie pyrogen hergestellte Kieselsäure, gefällte Kieselsäure und Silicium-Aluminium-Mischoxide oder faserförmige Füllstoffe, wie Asbest. Es kann eine Art von Füllstoff, es kann auch ein Gemisch von mindestens zwei Füllstoffen eingesetzt werden.

Der durch die Hydrophobierung erhaltene Kohlenstoffgehalt der Füllstoffe (2) beträgt vorzugsweise mindestens 1 Gew.-% und vorzugsweise höchstens 6 Gew.-%. Bei der Bestimmung des Kohlenstoffgehalts der Füllstoffe (2) wird durch eine Trocknung von mindestens 2 Stunden bei mindestens 200°C sichergestellt, daß der gemessene Kohlenstoffgehalt

sich auf die hydrophobierende Schicht der Füllstoffe (2) bezieht.

Besonders bevorzugt als verstärkende Füllstoffe (2) sind pyrogen hergestellte Kieselsäure und gefällte Kieselsäure. Vorzugsweise beträgt die BET-Oberfläche der Füllstoffe (2) mindestens 50 m<sup>2</sup>/g, insbesondere mindestens 100 m<sup>2</sup>/g, speziell mindestens 150 m<sup>2</sup>/g.

Die Füllstoffe (2) sind durch die Behandlung mit beispielsweise Organosilanen, -silazanen bzw. -siloxanen oder durch Verätherung von Hydroxylgruppen zu Alkoxygruppen hydrophobiert. Ein bevorzugtes Verfahren zur Hydrophobierung ist in US-A-5,057,151 beschrieben.

Die Organopolysiloxane (1a), die Kohlenwasserstoffreste mit aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen besitzen, weisen vorzugsweise durchschnittlich 2 bis 10, insbesondere 2 bis 4 aliphatische Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen pro Molekül auf. Vorzugsweise weisen die endständigen Einheiten der allgemeinen Formel I aliphatische Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen auf. Vorzugsweise sind die aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen Doppelbindungen. Die Organopolysiloxane (1a) besitzen vorzugsweise eine durchschnittliche Viskosität von mindestens 100, insbesondere mindestens 1000 mPa · s, und vorzugsweise höchstens 10<sup>5</sup>, insbesondere höchstens 5 x 10<sup>4</sup> mPa · s bei 25°C.

Die Organopolysiloxane (1b) mit Si-gebundenen Wasserstoffatomen weisen vorzugsweise durchschnittlich 2 bis 50, insbesondere 5 bis 20 Si-gebundene Wasserstoffatome pro Molekül auf. Die Organopolysiloxane (1b) besitzen vorzugsweise eine durchschnittliche Viskosität von mindestens 10, insbesondere mindestens 30 mPa · s, und vorzugsweise höchstens 10<sup>6</sup>, insbesondere höchstens 10000 mPa · s bei 25°C.

Die Organopolysiloxane (1c), die Si-gebundene Hydroxylgruppen aufweisen, besitzen vorzugsweise 2 bis 4 Hydroxylgruppen pro Molekül. Vorzugsweise besitzen sie endständige Hydroxylgruppen. Die Organopolysiloxane (1c) besitzen vorzugsweise eine durchschnittliche Viskosität von mindestens 10, insbesondere mindestens 1000 mPa · s, und vorzugsweise höchstens 10<sup>8</sup>, insbesondere höchstens 5 x 10<sup>6</sup> mPa · s bei 25°C.

Die mittlere Verweilzeit der Zusammensetzung in der Knetmaschine beträgt vorzugsweise höchstens eine Stunde, insbesondere höchstens 30 min.

Wenn erfindungsgemäß eine Knetmaschine mit 100 l Nettovolumen benutzt wird, können problemlos bei einer mittleren Verweilzeit von 15 bis 20 min 200 kg/h Organopolysiloxanzusammensetzung hergestellt werden, d.h. ca. 4000 kg/d. Vergleichbare 3000 kg lagerstabile Organopolysiloxanzusammensetzungen werden erhalten, wenn in einem diskontinuierlich arbeitenden Kippknetzer mit 4000 l Nettovolumen bei einer mittleren Verweilzeit von 20 h gearbeitet wird. Beim Kippknetzer muß zusätzlich Zeit für die Entleerung und gegebenenfalls Reinigung dazugerechnet werden.

Die Organopolysiloxanzusammensetzungen, welche vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe (2) enthalten, weisen eine besonders gute Lagerstabilität auf, wenn in einem ersten Schritt nur ein Teil der Organopolysiloxane (1) mit den Füllstoffen (2) vermischt wird, die Mischung in einem zweiten Schritt bei einer Temperatur von vorzugsweise höchstens 130°C geknetet wird, bis die Viskosität der Mischung einen konstanten Wert erreicht hat und in einem dritten Schritt die Mischung mit dem Rest der Organopolysiloxane (1) vermischt wird. Vorzugsweise werden im ersten Schritt 30 bis 80 Gew.-% der Organopolysiloxane (1) eingesetzt.

Die in drei Schritten aufgegliederte Verfahrensvariante kann in einer Knetmaschine durchgeführt werden, die wenigstens drei Knetkammern aufweist, wobei die für den dritten Schritt eingesetzten Knetkammern mindestens eine zusätzliche Beschickungsöffnung besitzen.

Vorzugsweise wird der Rest der Organopolysiloxane (1) im dritten Schritt in mindestens zwei, insbesondere mindestens drei Knetkammern zugegeben, wobei vorzugsweise in der ersten Knetkammer des dritten Schritts weniger Organopolysiloxane (1) als in den weiteren Knetkammern zugesetzt wird. Bei der Zugabe der Organopolysiloxane (1) im dritten Schritt in mehrere Knetkammern wird eine besonders homogene Organopolysiloxanzusammensetzung erhalten.

Die erfindungsgemäß eingesetzte Knetmaschine erlaubt eine Steuerung der Intensität des Knetprozesses und der Verweilzeit, weil Drehzahl und Drehrichtung der Knetwerkzeuge in den einzelnen Knetkammern unabhängig voneinander beliebig einstellbar sind. Beispielsweise können die Drehzahlen bei der Versuchsanlage 1 bis 400 UpM betragen. Bei geeigneter Wahl der Misch- und Knetwerkzeuge sind auch noch höhere Drehzahlen möglich.

Bei der in drei Schritten aufgegliederten Verfahrensvariante können die Knetwerkzeuge der Knetkammern im ersten und im zweiten Schritt mit niedrigeren Drehzahlen als im dritten Schritt betrieben werden. Beispielsweise sind die Drehzahlen im dritten Schritt zwei- bis fünfmal so hoch als im ersten und zweiten Schritt. Wenn der erste Schritt in mehreren Knetkammern ausgeübt wird, können vorzugsweise in einer der Knetkammern die Knetwerkzeuge in Gegenrichtung betrieben werden. Dadurch wird der Füllgrad der Knetmaschine und damit die Verweilzeit verbessert.

Da in der Knetmaschine kein freier Gasraum vorhanden ist, kann auf Schutzgas verzichtet werden.

Der Produktaustrag aus der Knetmaschine stellt kein Problem dar, weil die fertigen Zusammensetzungen durch die Knetwerkzeuge leicht zur Austragsöffnung befördert werden können. Die letzte Knetkammer weist vorzugsweise Pumpflügel für den Produktaustrag auf.

Vorzugsweise weist die Knetmaschine mindestens drei, insbesondere mindestens fünf Knetkammern auf.

Zwischen einzelnen oder allen Knetkammern können Siebe, Stauscheiben oder Schieber zur Stauung der Organopolysiloxanzusammensetzungen angebracht sein. Diese Elemente können hinsichtlich ihrer Lage und der von Ihnen

freigebbaren Durchlaßöffnung verstellbar sein. Dadurch läßt sich die Verweilzeit in den einzelnen Kammern beeinflussen.

Vorzugsweise sind die Knetwerkzeuge Knetschaufeln, Walzen oder Polygonscheiben.

Vorzugsweise sind in der Knetmaschine neben der Beschickungsöffnung der ersten Knetkammer weitere Beschickungsöffnungen vorhanden, die in die einzelnen Knetkammern führen oder zwischen zwei Knetkammern angeordnet sind. Vorzugsweise weist jede Knetkammer eine Beschickungsöffnung auf. Insbesondere ist die Beschickungsöffnung der ersten Knetkammer für die Beschickung mit Feststoff geeignet und die anderen Beschickungsöffnungen für die Zudosierung von Flüssigkeiten vorgesehen. Vorzugsweise verfügt jede Knetkammer über einen separat regelbaren Antrieb, der jeweils vorzugsweise eine Drehmomentmessung aufweist. Das Drehmoment ist ein Maß für die Viskosität der Mischung in der Kammer.

Vorzugsweise sind die Knetkammern beheizbar oder kühlbar, insbesondere einzeln bei unterschiedlicher Temperatur betreibbar. Beim Kneten entsteht Friktionswärme, die vorzugsweise durch Kühlen teilweise abgeführt wird, um Überhitzung der Zusammensetzung zu vermeiden. Vorzugsweise beträgt die Temperatur beim Kneten, insbesondere bei der in drei Schritte aufgliederten Verfahrensvariante im zweiten Schritt höchstens 150°C.

Vorzugsweise sind die Knetwerkzeuge fliegend gelagert. Die lagerseitige Gehäuse-Abschlußwandung ist dann mit Öffnungen für die Antriebswellen der Knetwerkzeuge versehen. Vorzugsweise hat das Gehäuse der Knetkammern eine quer zu den Werkzeugachsen verlaufende Trennstelle, so daß der der Lagerung abgewandte Gehäuseteil in axialer Richtung der Antriebswellen von der Trennstelle und den Knetwerkzeugen wegbewegbar ist. Eine derartig ausgestaltete Knetmaschine ist besonders leicht zu reinigen.

Eine solche Knetmaschine ist in der DE-C-40 05 823 beschrieben.

Eine Knetmaschine ist in Fig. 1, als Schnitt im Bereich der Knetkammern skizziert:

Die Knetmaschine 1 weist sechs in Reihe nebeneinander angeordnete Knetkammern 2 auf, die jeweils zwei achsparallele Knetwerkzeuge 3 enthalten und die durch quer zu den Achsen 4 der Knetwerkzeuge passierbare Öffnungen 5 miteinander verbunden sind. Die erste Knetkammer 2 weist eine Beschickungsöffnung 6 für Feststoffe und die letzte Knetkammer 2 eine Austragsöffnung 7 auf. Die letzte Knetkammer 2 weist Pumpflügel 8 für den Produktaustrag auf. Zwischen der zweiten und dritten Knetkammer 2, sowie zwischen der vierten und fünften Knetkammer 2 sind Siebe 9 angebracht. Neben der Beschickungsöffnung 6 der ersten Knetkammer 2 sind weitere Beschickungsöffnungen 6 vorhanden, die in eine einzelne Knetkammer 2 führen oder zwischen zwei Knetkammern 2 angeordnet sind.

Die Organopolysiloxanzusammensetzungen sind lagerstabil, und eignen sich insbesondere als Grundmassen zur Herstellung von hochwertigen kondensationsvernetzenden, peroxidisch vernetzenden und additionsvernetzenden Organopolysiloxankautschukmassen, insbesondere von Zweikomponentenmassen.

Zur Herstellung von kondensationsvernetzenden Organopolysiloxankautschukmassen werden die erfindungsgemäß hergestellten Organopolysiloxanzusammensetzungen mit Additiven wie Pigmentpasten, Weichmacher etc. versetzt. Mit speziellen Härtern können daraus Vulkanisate hergestellt werden. Zur Herstellung von additionsvernetzenden Organopolysiloxankautschukmassen werden die erfindungsgemäß hergestellten Organopolysiloxanzusammensetzungen für Komponente A mit Edelmetallkatalysatoren und gegebenenfalls Inhibitoren versetzt, für die Komponente B mit Methylwasserstoffsiloxanvernetzern und gegebenenfalls weiteren Additiven wie Pigmentpasten, Stabilisatoren etc.

In den nachfolgenden Beispielen sind, falls jeweils nicht anders angegeben,

a) alle Mengenangaben auf das Gewicht bezogen;

b) alle Drücke 0,10 MPa (abs.);

c) alle Temperaturen 20° C.

### Beispiele

#### Beispiel 1: Kontinuierliche Herstellung einer Grundmasse für additionsvernetzende Flüssigkautschuk-Produkte

An einer Comterna® Knetmaschine von IKA-Maschinenbau Janke & Kunkel GmbH & Co.KG, Staufen, bestehend aus 12 Kammern mit einem Volumen von jeweils 10 Litern, werden in die erste Kammer 80kg/h Polydimethylsiloxan mit Vinyl-Endgruppen mit einer Viskosität von 20000 mPa · s sowie 60kg/h eines vorhydrophobierten Füllstoffs mit einer BET-Oberfläche von 300 m<sup>2</sup>/g (Wacker® HDK SKS 300) dosiert. Die ab Kammer 2 kompaktierte Masse wird bei Drehzahlen von 50 bis 70 UpM in den Kammern 2 bis 8 unter Kühlung geknetet. Die Temperatur erhöht sich dabei trotzdem auf ca 100°C. In Kammer 9, 10 und 11 wird jeweils Polydimethylsiloxan mit Vinylendgruppen mit einer Viskosität von 20000 mPa · s dosiert. Die Durchsätze betragen dabei

Kammer 9 5 kg/h

## EP 0 807 509 A1

Kammer 10 15kg/h  
Kammer 11 40kg/h.

Die Drehzahlen der Knetwerkzeuge in den Kammern 9-11 betragen ca. 200 UpM. Die Kammer 12 ist mit Pumpflügeln bestückt, die das Produkt in ein Entgasungsgefäß fördern. Die Verweilzeit der Grundmasse in der Knetmaschine beträgt ca 15 min. Das Entgasungsgefäß wird mit ca 5m<sup>3</sup>/h N<sub>2</sub> bei einem Unterdruck von ca 200mbar gespült, um geringe Mengen an flüchtigen Siloxanen in ein Abgasreinigungssystem zu schleppen. Die Grundmasse wird aus dem Entgasungsbehälter mittels Pumpe über eine Strainereinheit in einen Vorratsbehälter ausgetragen. Die Prüfung der Grundmasse ergab folgende Werte:

	gemessen	Spezifikation
Viskosität	1300 Pas	1100-1500 Pas
Transparenz	gut	gut
Aussehen	keine Knörzel	keine Knörzel
Lagerstabilität *	20%	< 50%

\* Bei der Prüfung der Lagerstabilität, werden 200g der Grundmasse in einer Glasflasche 16h bei 150°C gelagert und vor und nach der Lagerung die Viskosität gemessen. Der Viskositätsanstieg darf dabei nicht größer als 50% sein.

**Beispiel 2 : Vergleichsversuch**  
Kontinuierliche Herstellung einer Grundmasse für additionsvernetzende Flüssigkautschuk-Produkte an einem Doppelwellenextruder:

In einen Doppelwellenextruder mit einer Baulänge von 36 D und einem Schneckendurchmesser von 40 mm wurden 20kg/h Polydimethylsiloxan mit einer Viskosität von 20000 mPa · s sowie 15kg/h Wacker® HDK SKS 300 dosiert. Bei einer Baulänge von 25 D wurden weitere 15 kg/h Polymer mit Vinylendgruppen und einer Viskosität von 20000 mPa.s zugeführt. Nach einer kurzen Evakuierzone bei ca 32 D wurde das Produkt über einen Strainer ausgetragen. Die Verweilzeit betrug ca 2 min, die Temperatur stieg auf 150°C an.

**Ergebnis:**

Viskosität	1800Pas
Transparenz	gut
Aussehen	enthielt wenige Knörzel
Lagerstabilität	>> 100% (Viskosität war nicht mehr meßbar)

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Organopolysiloxanzusammensetzungen, bei dem

(1) Organopolysiloxane, die durchschnittlich mindestens 2 an Silicium gebundene Reste pro Molekül aufweisen, die ausgewählt werden aus

- (a) Kohlenwasserstoffresten mit aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen
- (b) Wasserstoffatomen und
- (c) Hydroxylgruppen und

(2) vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe mit einem durch die Hydrophobierung erhaltenen Kohlenstoffgehalt von mindestens 0,5 Gew.-% in einer Knetmaschine 1 mit wenigstens zwei in Reihe nebeneinander

der angeordneten Knetkammern 2, die jeweils zwei achsparallele, gleich- oder gegensinnig antreibbare Knetwerkzeuge 3 enthalten und die durch quer zu den Achsen 4 der Knetwerkzeuge 3 passierbare Öffnungen 5 miteinander verbunden sind, wobei die erste Knetkammer 2 eine Beschickungsöffnung 6 und die letzte Knetkammer 2 eine Austragsöffnung 7 aufweisen, vermischt und geknetet werden.

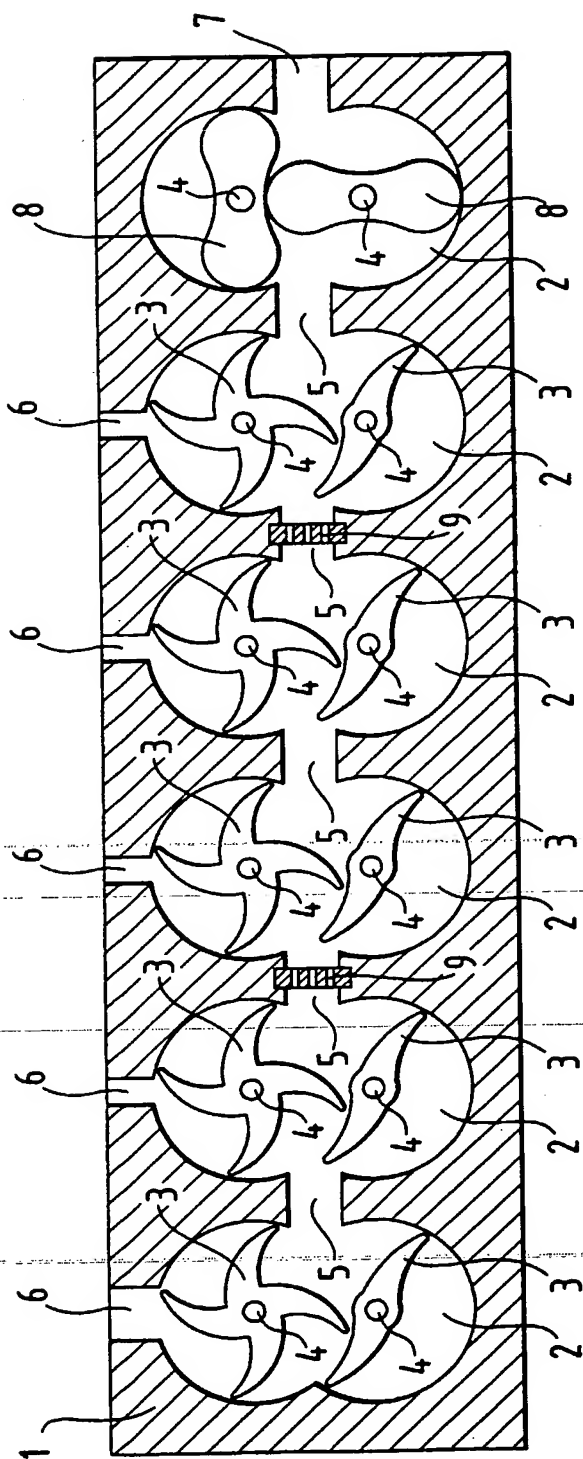
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Organopolysiloxane lineare oder verzweigte Organopolysiloxane aus Einheiten der allgemeinen Formel I



eingesetzt werden, wobei

- R<sup>1</sup>** einwertige, gegebenenfalls mit Halogenatomen substituierte C<sub>1</sub>- bis C<sub>10</sub>-Kohlenwasserstoffreste, die frei sind von aliphatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen,  
**R<sup>2</sup>** Wasserstoffatome, Hydroxylgruppen oder einwertige Kohlenwasserstoffreste mit aliphatischer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindung mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen je Rest,  
**a** die Werte 0, 1, 2 oder 3 und  
**b** die Werte 0, 1 oder 2 bedeuten, mit der Maßgabe, daß durchschnittlich mindestens 2 Reste **R<sup>2</sup>** je Molekül vorliegen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Organopolysiloxane (1) eine durchschnittliche Viskosität von mindestens 10, und höchstens 10<sup>8</sup> mPa · s bei 25°C besitzen.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Organopolysiloxane (1) mindestens 90 Mol-% Einheiten der allgemeinen Formel I aufweisen, in denen die Summe a+b = 2 beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem die Organopolysiloxane (1) mindestens 80 Mol-% Einheiten der allgemeinen Formel I aufweisen, in denen b den Wert 0 hat.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem auf 100 Gewichtsteile der Organopolysiloxane (1) mindestens 5, und höchstens 200 Gewichtsteile vorhydrophobierte oxidische verstärkende Füllstoffe (2) eingesetzt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem als verstärkender Füllstoff (2) pyrogen hergestellte Kieselsäure oder gefällte Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von mindestens 50 m<sup>2</sup>/g eingesetzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem in einem ersten Schritt nur ein Teil der Organopolysiloxane (1) mit den Füllstoffen (2) vermischt wird, die Mischung in einem zweiten Schritt geknetet wird, bis die Viskosität einen konstanten Wert erreicht hat und in einem dritten Schritt die Mischung mit dem Rest der Organopolysiloxane (1) vermischt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Knetkammern 2 bei Bedarf geheizt oder gekühlt werden.



# Fig. 1





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 7157

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	PLASTVERARBEITER, Bd. 45, Nr. 10, 1. Oktober 1994, Seiten 90-95, XP000477138 WOLFGANG KLÖHN : "KONTINUIERLICH ARBEITENDE KNET- UND EXTRUSIONSMASCHINE CONTINUOUS COMPOUNDING AND EXTRUDING MACHINE" * Seite 95, linke Spalte, Absatz 5; Abbildung 2 *	1-9	B29C47/36 B29B7/46 C08K3/36 C08K13/06 C08L83/04
Y	WO 92 13694 A (WAKKER-CHEMIE GMBH) * Seite 6, Absatz 4 - Seite 8, Absatz 2; Ansprüche 1-5,7; Abbildung 1 *	1-9	
Y	EP 0 258 159 A (RHONE-POULENC CHIMIE) * Spalte 6, Zeile 4 - Zeile 35; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 005, 30. Juni 1995 & JP 07 041562 A (TORAY DOW CORNING SILICONE CO LTD), 10. Februar 1995, * Zusammenfassung *	1	
A	US 4 208 316 A (PETER NAUROTH ET AL) * Spalte 4, Zeile 40 - Zeile 56; Beispiel 3 *	1	
A	EP 0 649 885 A (WACKER-CHEMIE GMBH) * Beispiel 2 *	1	
A	DE 32 43 194 A (DEGUSSA AG) * Seite 3, Absatz 2; Ansprüche 1,2 *	1	
A	US 4 797 080 A (PETER WANNINGER) * Spalte 1, Zeile 4 - Zeile 57 * * Spalte 7, Zeile 10 - Zeile 14; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1,8	
-/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschließendes der Recherche 8. Juli 1997	
		Prüfer Van Nieuwenhuize, O	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder  nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes  Dokument</p>			

EPO FORM 150 (3.12.1994)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 7157

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE 40 05 823 A (IKA-MASCHINENBAU JANKE & KUNKEL GMBH & CO KG) * Anspruch 1; Abbildung 2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 8.Juli 1997	Prüfer Van Nieuwenhuize, 0
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)